

SISTEM MANAJEMEN PERAWATAN UNIT MMU PUMP DAN OIL SHIPPING PUMP

Eko Nursubiyantoro dan Triwiyanto

Program studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Babarsari No.2 Tambakbayan, Yogyakarta 55281
e-mail: eko_nsby072@upnyk.ac.id, anto.good@yahoo.com

Abstrak

Tujuan perawatan adalah tercapainya mutu produksi dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayanan, dan pengoperasian peralatan secara tepat. Memaksimalkan umur kegunaan dari sistem dan meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan service dan perbaikan. Penelitian dilaksanakan pada mesin MMU Pump A/B/C, Oil Shipping Pump PP-8300 A/B/C, Oil Shipping Pump TGM #01/02/03, W/I Shipping Pump PP-510 A/B/C/D, Water Injection Booster PP- 3310 A/B/C, dan Oil Bosster Pump PP-500 A/B/C yang terdapat di Central Processing Area pada unit Joint Operating Body Pertamina-Petrochina East Java (JOB P-PEJ) pada tanggal 1 Maret 2012 – 6 April 2012. Hasil akhir dari penelitian ini menghasilkan Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time Between Run (MTTR), kehandalan mesin (Availability) yang besarnya menunjukkan data kerusakan mesin, waktu perawatan dan kehandalan mesin dari masing-masing mesin.

Pendahuluan

Perawatan (*maintenance*) dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan merawat fasilitas sehingga peralatan tersebut berada dalam kondisi yang layak pakai. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya *failure* atau kerusakan secara mendadak pada mesin saat sedang berproses. Secara umum perawatan mempunyai tujuan (Hadi, 1996): 1. Memungkinkan tercapainya mutu produksi dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayanan, dan pengoperasian peralatan secara tepat. 2. Memaksimalkan umur kegunaan dari sistem. 3. Menjaga agar sistem aman mencegah berkembangnya gangguan keamanan. 4. Meminimalkan frekuensi dan kuatnya gangguan terhadap proses operasi. 5.

Meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan service dan perbaikan. 6. Memaksimalkan produksi dari sumber-sumber sistem yang ada. 7. Menyiapkan personel, fasilitas, dan metode-metodenya agar mampu mengerjakan tugas-tugas perawatan.

Reliability adalah sebuah proses sistematis yang harus dilakukan untuk menjamin seluruh fasilitas fisik dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan desain dan fungsinya. *Reliability* akan membawa kepada sebuah program *maintenance* yang fokus pada pencegahan terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi. *Availability* didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa sistem atau komponen melakukan fungsi atau operasi sesuai yang diperlukan pada saat tertentu dalam periode tertentu dan dipelihara dengan cara yang sudah ditentukan (Ebeling, 1997). Artinya, *availability* adalah probabilitas bahwa suatu sistem gagal atau tidak menjalani tindakan perbaikan bila perlu digunakan. Tabel berikut adalah ilustrasi hubungan antara *reliability*, *maintainability*, dan *availability*.

Tabel 1. Hubungan antara *reliability*, *maintainability*, dan *availability*

Reliability	Maintainability	Availability
■ Constant	↓ Decreases	↓ Decreases
■ Constant	↑ Increases	↑ Increases
↑ Increases	■ Constant	↑ Increases
↓ Decreases	■ Constant	↓ Decreases

(Sumber : Weibull, 2012)



Fungsi availability adalah :

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

MTBF = Mean Time Between Failure (Rata-rata waktu antar kegagalan)

MTTR = Mean Time To Recovery (Rata-rata waktu perbaikan)

Distribusi data kegagalan menggunakan distribusi *Weibull 3* parameter karena berdasarkan hasil *running* pada perangkat lunak *Weibull ++4*, distribusi *Weibull 3* parameter mempunyai *Rho* terbesar.

Fungsi kehandalannya (*reliability*) adalah :

$$R(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta \right] \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Laju kegagalan pada distribusi *Weibull 3* parameter adalah :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta - 1} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Rata-rata waktu antar kegagalan pada distribusi *Weibull 3* parameter adalah :

$$MTBF = \gamma + \eta \Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right) \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

η = Parameter skala (*Eta*), $\eta > 0$

β = Parameter bentuk (*Beta*), $\beta > 0$

γ = Parameter lokasi, jika positif, kegagalan hanya terjadi setelah γ (*Gamma*)

Γ = Nilai Γ menunjukkan fungsi *gamma* yang nilainya didapatkan dari tabel fungsi *gamma* atau dihitung dengan bantuan *Microsoft Excel*.

Fungsi *maintainability* adalah :

$$M(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta \right] \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Rata-rata waktu perawatan pada distribusi *Weibull 3* parameter adalah:]

$$MTTR = \gamma + \eta \Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right) \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

η = Parameter skala (*Eta*), $\eta > 0$

β = Parameter bentuk (*Beta*), $\beta > 0$

γ = Parameter lokasi, jika positif, kegagalan hanya terjadi setelah γ (*Gamma*)

Γ = Nilai Γ menunjukkan fungsi *gamma* yang nilainya didapatkan dari tabel fungsi *gamma* atau dihitung dengan bantuan *Microsoft Excel*.

Joint Operating Body Pertamina-Petrochina East Java (JOB P-PEJ) dalam kegiatan operasinya, banyak menggunakan berbagai macam jenis mesin, salah satunya adalah mesin pompa. Pompa (*pump*) pada JOB P-PEJ merupakan salah satu alat yang sangat vital karena berfungsi untuk mengirimkan minyak dari stasiun pengumpul (*Central Processing Area*) sampai ke kapal pengangkut minyak (*Tanker*). Apabila mesin pompa tidak dapat beroperasi karena suatu kerusakan atau *failure* akan menyebabkan proses produksi minyak juga terhambat (*production lost*). Kerusakan dapat terjadi secara tiba-tiba setiap saat pada suatu mesin atau peralatan, sehingga diperlukan tindakan perbaikan yang

mengeluarkan biaya perbaikan komponen lebih mahal jika dibandingkan melakukan perawatan dan pencegahan sebelum mesin atau peralatan tersebut mengalami kerusakan (*breakdown*). Jika melakukan perawatan sebelum terjadinya kerusakan atau perawatan pencegahan, maka biaya yang dihasilkan akan lebih kecil daripada biaya perawatan perbaikan. Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) merupakan pencegahan sistematis, penjadwalan berkala dengan interval tetap, dan melaksanakan pembersihan, pelumasan, serta perbaikan mesin atau sistem dengan baik dan tepat waktu. maka Tingkat *reliability* dan *availability* suatu mesin perlu diketahui untuk melaksanakan perawatan pencegahan pada mesin, sehingga *reliability* dan *availability* pada unit pump menjadi perhatian bagi manajemen operasi supaya peluang terjadinya *production lost* akibat terjadi *failure* dapat diminimalkan. Objek yang diteliti pada kasus ini adalah MMU pump A/B/C dan Oil Shipping Pump PP-8300 A/B/C menggunakan data *failure* mesin pada bulan Januari 2006 sampai dengan Desember 2011.

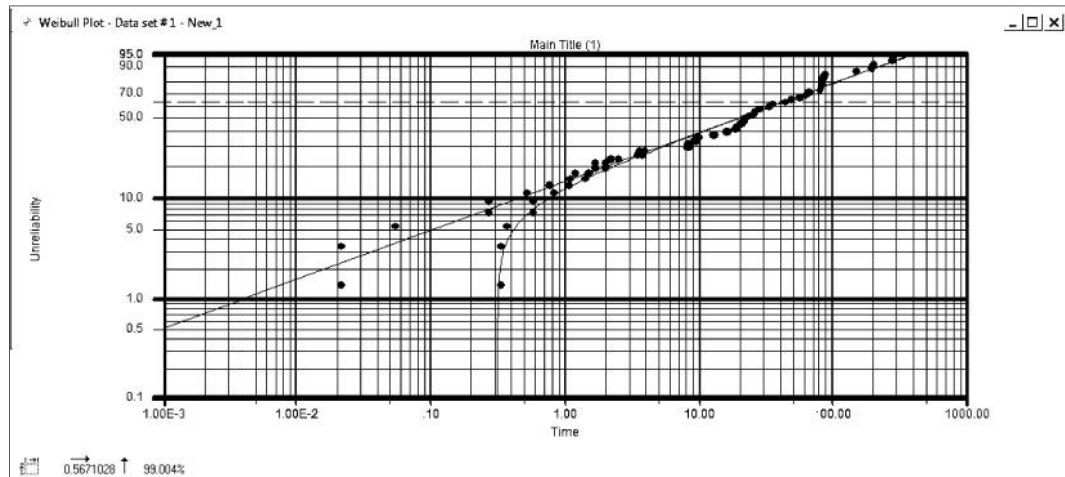
Metodologi

Penelitian dilaksanakan pada mesin MMU Pump A/B/C, Oil Shipping Pump PP-8300 A/B/C, Oil Shipping Pump TGM #01/02/03, W/I Shipping Pump PP-510 A/B/C/D, Water Injection Booster PP- 3310 A/B/C, dan Oil Bosster Pump PP-500 A/B/C yang terdapat di Central Processing Area pada unit Joint Operating Body Pertamina-Petrochina East Java (JOB P-PEJ). Penelitian dilakukan pada tanggal 1 Maret 2012 – 6 April 2012. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yang diperoleh dari dokumen perusahaan di bagian produksi CPA JOB P-PEJ. Data primer yang mendukung penelitian ini adalah data *running* setiap mesin di CPA berserta penjelasan data *failure*. Pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah berikut : Mengumpulkan data-data *failure* mesin yang diteliti dari data *running*, Menghitung MTTR dan MTBF, Menginput data MTTR dan MTBF kedalam *Software Weibull ++4*, Menentukan nilai *beta*, *eta*, *gamma*, dan distribusi yang dipakai berdasarkan *Rho* tertinggi dari hasil *running Software Weibull ++4*, Menghitung fungsi keandalan ($R(t)$), laju kegagalan ($\lambda(t)$), dan fungsi *maintainability* ($M(t)$), Menghitung rata-rata waktu antar kegagalan (*MTBF*) dan rata-rata waktu perawatan (*MTTR*), Menghitung *Availability* (*A*). Analisis dilakukan terhadap mesin yang sering mengalami *failure* berdasarkan data *MTBF* dan *availability*-nya.

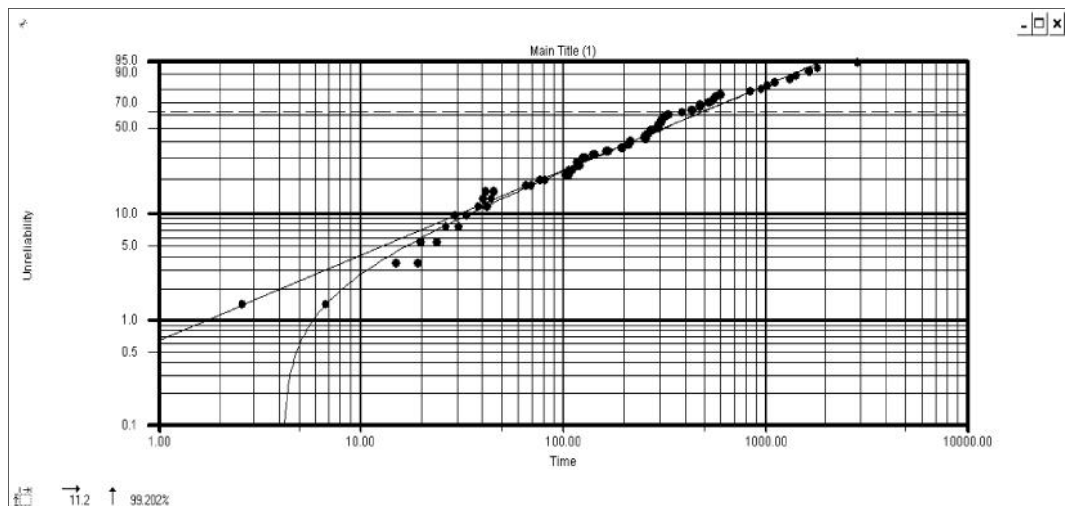
Hasil dan Pembahasan

Interval lama waktu kegagalan untuk *Mean Time To Run* (*MTTR*) dan *Mean Time To Failure* atau *Mean Time Between Failure* ($MTTF/MTBF$). $MTTR = \text{Date time start run} - \text{Date Time start failure}$. $MTTF = \text{Date time start failure} - \text{Date time start failure sebelumnya}$. Contoh perhitungan : MMU PUMP A, *MTTR* Failure Number 1 : $MTTR = 08:55 \text{ (30 juli 2008)} - 7:50 \text{ (30 juli 2008)} = 1:05:00 = 1,083 \text{ jam}$; *MTTF* Failure Number 2, $MTTF = 16:40 \text{ (10 agustus 2008)} - 7:50 \text{ (30 juli 2008)} = 272:50:00 = 273,833 \text{ jam}$.

Nilai *gama* (γ), *beta* (β), dan *eta* (η) dengan menggunakan *Software Weibull++4* berdasarkan distribusi persentase nilai *Rho* yang terbesar.



Gambar 1. Grafik Hasil Running Software Weibull++4 MTTR MMU PUMP A



Gambar 2. Grafik Hasil Running Software Weibull++4 MTTF MMU PUMP A

Fungsi Keandalan, Laju Kegagalan, dan Fungsi *maintainability*. Contoh Perhitungan : Fungsi *Reliability* ($R(t)$) MMU Pump A untuk $t = 30$ hari (720jam).

$$R(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{(720 \text{ jam}) - 4,1331}{492,9554} \right)^{0,8115} \right] \times 100\% = 74,17\%$$
 secara lengkap disajikan dalam tabel 2, berikut:

Tabel 2. Fungsi *Reliability*

No.	Nama Alat	R(t)					
		30	60	90	120	140	150
1	MMU PUMP A	74,17	90,76	96,35	98,48	99,13	99,34
2	MMU PUMP B	48,02	69,36	80,56	87,16	90,11	91,28
3	MMU PUMP C	63,54	84,90	93,50	97,14	98,32	98,71
4	Oil Shipping Pump PP-8300A	55,64	68,28	75,44	80,20	82,58	83,61
5	Oil Shipping Pump PP-8300B	59,95	69,31	74,63	78,24	80,09	80,90
6	Oil Shipping Pump PP-8300C	53,82	66,00	73,05	77,82	80,25	81,31

Fungsi Maintainability ($M(t)$) MMU Pump A untuk $t = 30$ hari (720jam)

$$M(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{(720jam) - 0,3118}{41,8769} \right)^{0,4942} \right] \times 100\% = 98,30\% \text{ secara lengkap}$$
 disajikan dalam tabel 3, berikut:

Tabel 3. Fungsi Maintainability

No.	Nama Alat	M(t)					
		30	60	90	120	140	150
1	MMU PUMP A	98,31	99,68	99,91	99,97	99,98	99,999
2	MMU PUMP B	99,64	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00
3	MMU PUMP C	93,76	98,43	99,48	99,80	99,89	99,92
4	Oil Shipping Pump PP-8300A	99,00	99,87	99,97	99,99	100,00	100,00
5	Oil Shipping Pump PP-8300B	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
6	Oil Shipping Pump PP-8300C	99,92	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00

Laju Kegagalan ($\lambda(t)$) MMU Pump A untuk $t = 30$ hari (720jam)

$$\lambda(t) = \frac{0,8115}{492,9554} \left(\frac{(720jam) - 4,1331}{492,9554} \right)^{0,8115-1} \times 100\% = 0,15\% \text{ secara lengkap}$$
 disajikan dalam tabel 4, berikut:

Tabel 4. Laju Kegagalan

No,	Nama Alat	$\lambda(t)$					
		30	60	90	120	140	150
1	MMU PUMP A	0,15	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11
2	MMU PUMP B	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05
3	MMU PUMP C	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
4	Oil Shipping Pump PP-8300A	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
5	Oil Shipping Pump PP-8300B	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
6	Oil Shipping Pump PP-8300C	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02

Rata-rata waktu kegagalan dan rata-rata waktu perawatan, Contoh Perhitungan :
Rata-rata waktu kegagalan dan waktu perawatan pada MMU Pump A

$$MTBF = 4,1331 + 492,9554 \Gamma \left(\frac{1}{0,8115} + 1 \right) = 60,73 \text{ jam}$$

$$MTTR = 0,4942 + 41,8769 \Gamma \left(\frac{1}{0,3118} + 1 \right) = 30,25 \text{ jam, secara lengkap}$$
 disajikan dalam Tabel 5, berikut:

Tabel 5. Rata-rata Waktu Kegagalan dan Waktu Perawatan

No.	Nama Alat	MTBF	MTTR
1	MMU PUMP A	60,73	30,25
2	MMU PUMP B	317,40	10,09
3	MMU PUMP C	21,20	55,90
4	Oil Shipping Pump PP-8300A	785,74	23,84
5	Oil Shipping Pump PP-8300B	1324,39	4,22
6	Oil Shipping Pump PP-8300C	940,95	9,11

Menghitung *Availability*, Contoh perhitungan pada *MMU Pump A* :

$$Avalaibility = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} = \frac{60,73}{60,73+30,25} =$$

Tabel 6. *Availability* setiap mesin

No.	Nama Alat	<i>Availability</i>
1	<i>MMU PUMP A</i>	66,75
2	<i>MMU PUMP B</i>	96,92
3	<i>MMU PUMP C</i>	27,50
4	<i>Oil Shipping Pump PP-8300A</i>	97,05
5	<i>Oil Shipping Pump PP-8300B</i>	99,68
6	<i>Oil Shipping Pump PP-8300C</i>	99,04

Analisis dari penelitian ini adalah pada *MMU PUMP A* dengan durasi waktu 720 jam atau 30 hari memiliki *reliability* sebesar 74,17%, maka mesin ini memiliki kehandalan beroperasi 74,17% dari 100% waktu yang ada, dan akan berpotensi mengalami *failure* pada saat setelah 74,17% kemampuannya. *Maintainability* sebesar 98,31% yang artinya mesin ini mempunyai tingkat 98,31% kemampuan untuk dapat diperbaiki kembali, dengan data analog yang sama analisis tersebut berlaku untuk mesin yang lainnya.

Kesimpulan

MMU PUMP A didapatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF) 60,73 jam, *Mean Time Between Run* (MTTR) sebesar 30,25 jam, kehandalan mesin (*Availability*) adalah sebesar 66,75%. *MMU PUMP B* didapatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF) 317,40 jam, *Mean Time Between Run* (MTTR) sebesar 10,09 jam, kehandalan mesin (*Availability*) adalah sebesar 96,91%. *MMU PUMP C* didapatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF) 21,20 jam, *Mean Time Between Run* (MTTR) sebesar 55,90 jam, kehandalan mesin (*Availability*) adalah sebesar 27,49%. *Oil Shipping Pump PP-8300A* didapatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF) 785,74 jam, *Mean Time Between Run* (MTTR) sebesar 23,84 jam, kehandalan mesin (*Availability*) adalah sebesar 97,05%. *Oil Shipping Pump PP-8300B* didapatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF) 1324,39 jam, *Mean Time Between Run* (MTTR) sebesar 4,22 jam, kehandalan mesin (*Availability*) adalah sebesar 99,68%. *Oil Shipping Pump PP-8300C* didapatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF) 940,95 jam, *Mean Time Between Run* (MTTR) sebesar 9,11 jam, kehandalan mesin (*Availability*) adalah sebesar 99,04%.

Saran

Jadwal preventive maintenance yang tepat berdasarkan data *reliability* mesin yang rutin dijalani berguna mengoptimalkan total biaya perawatan mesin yang failure. Penelitian ini masih dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut dengan menambahkan biaya perawatan.

Daftar Pustaka

Anonim, 2007, *Reliability*, <http://weibull.com/systemrelweb/reliability.htm>, diakses 5 April 2012.

Fatrian, I., dan A, Jaymaine B, 2010, *Pre-Eliminary Design Vapour Recovery Unit Pada Aliran Gas Bertekanan Rendah Dari Tangki Penyimpanan Crude Oil*, Laporan Kerja Praktek di JOB Pertamina – PetroChina East Java, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.

Rakhmad, M.B, 2011, *Optimasi Interval Waktu Perawatan Pencegahan pada Sistem Pemasok Bahan Bakar Turbin Gas dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo*, Tesis, Program Magister Manajemen Teknologi Bidang Keahlian Manajemen Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Panjaitan, E.F., 2008, *Optimasi Penggunaan Scale Inhibitor Pada Lapangan Mudi*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta.

Setiono, Y.A., 2006, *Evaluasi Keberhasilan Penanganan Problema Scale Pada Lapangan Mudi*, Laporan Tugas Akhir di JOB Pertamina - PetroChina East Java, Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.

